

## 連載

社会と健康を科学するパブリックヘルス(3)  
「環境疫学のコミュニケーション」

京都大学大学院医学研究科社会健康医学系専攻医療疫学分野 准教授 山崎 新

疫学者の役割の1つに、疫学研究により得られた『リスク』に関わる情報を、行政、司法、マス・メディア、或いは、市民とコミュニケーションすることを通じ、社会に還元するということがあります。本稿では、広範な意味を有する『リスク』に関わる情報のうち、疫学研究に関わる情報について、そのコミュニケーションのあり方について考察します。

## コミュニケーションする価値のある疫学情報

疫学情報の評価のポイントは研究デザインとバイアスにあります。疫学研究のデザインは記述疫学研究と分析疫学研究に大別されます。記述疫学研究は主として実態を記述することと、要因と健康上のアウトカムとの関連性の仮説を作るための研究デザインです。それゆえ、要因と健康上のアウトカムとの因果関係を推論する際の証拠としては、注意が必要です。一方、分析疫学研究は、比較対照群を有し、基本的に要因として疑われる測定項目と健康上のアウトカムに関わる測定項目との時間的前後関係を考慮した研究デザインであり、因果関係を推論する際の証拠の水準としては高いものと評価されます。バイアスは、選択バイアス、情報バイアス、及び、交絡バイアスに大別されます。それらの詳細については他に譲りますが、分析疫学研究を行ったとしても、バイアスの制御が十分になされていなければ、因果関係の証拠としては不十分（或いは不適切）と評価されます。疫学情報のコミュニケーションにおいては、特に情報の発信者となる疫学者は、情報の受け手にこれらの点についての理解を促す努力が必要であると考えます。

## コミュニケーションする際に確認することが必要な疫学情報の2つの確率的要素の理解

疫学情報をコミュニケーションする上で、情報の受信者に理解を促すべき重要な2つの確率的要素があります。1つは健康影響は集団において確率的に発生するというものであり、もう1つは発生割合そのもの、或いは、発生割合の差（超過リスク）や比（相

対リスク）等が解析結果のような値となる事象には偶然という確率的な要素が含まれるということです。

まず、ある集団において確率的に健康影響が発生することについて、ある要因を保有するグループは、その要因を保有しないグループよりもある疾患の発生割合が高かったという結果が得られた場合を考えます。疫学研究とは基本的に要因と疾患の個人としての因果関係を推論するための研究ではなく、集団としての因果関係を推論するための研究です。疫学研究により示された要因と疾患の因果関係について、個人をみると、その要因を有していたとしても疾患が発生しない人が存在し、また、要因を有していなかったとしても疾患が発生する人が存在するということがあります。しかし、疫学研究では、集団において確率的に発生する疾患に対して、集団間で『発生割合』の高低を比較することにより因果関係（集団の因果関係）を推論することが基本的な考え方とされています。

次に、発生割合そのもの、或いは、発生割合の差や比等が解析結果のような値となる事象についての確率的要素の例を示します。ある健康な1万人の集団から100人の調査対象者をランダムに抽出して1年間調査したところ10人に疾患Xが発生したとき、この調査から求められる疾患Xの発生割合は10%です。しかし、その数値（10%）は、別の100人を調査対象者としてランダムに抽出し直した場合でも同じ結果となるかは保証できません。一般に、疫学研究は、研究の成果を適用したい集団から抽出して行うことがほとんどです。もし、異なる100人を抽出し1年間観察すれば、標的イベントの発生は12人であったかもしれません。このように、発生割合或いは発生割合の差や比等が解析結果のような値となる事象の確率的要素とは、母集団からのランダム抽出（或いは、ある集団に対するランダム割り付け）に基づく不確実性です。その不確実性は検定の結果（p値）や信頼区間により示されます。

疫学情報をコミュニケーションする場合には、情報の発信者と受信者で専門用語に対する共通の認識を得

た上で、この2つの確率的な要素を適切にコミュニケーションする必要があるものと思われます。

### 環境疫学研究のコミュニケーションの事例

以下では、『環境疫学のコミュニケーション』の事例として、商用電源周波数領域の磁場と小児白血病の関連性に関わる過去の記事から考案した架空の新聞記事見出しを題材に、「適切な見出し」、「用語の共通認識」、および、「情報の不確実性」を論点として、主に、環境疫学研究結果に関わる情報の伝達について考察します。

#### 適切な見出し

2000～2002年に日本で磁場と小児白血病との関連性を調査した大規模な疫学調査がなされました<sup>1)</sup>。その論文の中で示された解析結果は、高磁場への曝露が小児白血病の発生に対して促進的であるということを示していました。その結果は先行研究<sup>2,3)</sup>と同一の傾向を示していましたが、高磁場に曝露されていた対象者が少なく、相対リスクの推定の精度を示す95%信頼区間の幅は広いものでした(表1)。そのような研究の結果に対して次のような見出しの記事が掲載されたとします(架空例)。

「超低周波の磁場により小児白血病の発症リスクが倍増」

「疫学の全国調査で確認される」

これらの見出しは、断言的であり、曝露と疾患の発生の因果関係について強い印象を与えます。また、因果関係を「確認」したと受け取られかねない表現や、「超低周波の磁場により小児白血病の発症リスクが倍増」と言い切る表現は、研究結果の不確実性

表1 1週間平均磁場曝露量と白血病の関連性(単変量解析)(文献<sup>1)</sup>を改編)

居室磁場(μT)	急性リンパ性白血病と急性骨髄性白血病計		
	症例(人)	対照(人)	オッズ比(95%信頼区間)
0.1以下	276	542	1.00
0.1-0.2	18	36	0.91 (0.50-1.63)
0.2-0.4	12	20	1.12 (0.53-2.36)
0.4超	6	5	2.56 (0.76-8.58)
合計	312	603	

居室磁場(μT)	急性リンパ性白血病		
	症例(人)	対照(人)	オッズ比(95%信頼区間)
0.1以下	223	447	1.00
0.1-0.2	14	29	0.87 (0.45-1.69)
0.2-0.4	8	16	1.03 (0.43-2.50)
0.4超	6	3	4.67 (1.15-19.0)
合計	251	495	

を考慮すると、疫学の専門家の立場からは躊躇される表現です。このような見出しは磁場に関わる疫学研究に限らず、健康関連の記事において日常よく見られるのではないのでしょうか。

マス・メディアにおいては、その情報伝達の手段を問わず、見出しが重要です。読者(或いは視聴者)に情報の重要性等のインパクトを与えるためには、見出しは簡潔であり、かつ、内容を一瞬で把握させることが必要です。反面、それは情報としての正確さを失うことにもなります。

#### 専門用語の説明の必要性

マス・メディアにおいては情報を伝達するための資源(新聞記事ならば紙面)が限られており、一つ一つの専門用語について十分な解説を付すことは通常できないものと考えられます。前述の架空の記事の見出しにおいては「超低周波の磁場」という用語に対する説明が必要となります。また、「発症リスク」という専門用語が用いられています。疫学では一般に、リスクの定義として具体的な効果の指標は、発生割合或いは発生率とされています。しかし、工学等他のリスクに関わる研究分野では期待値等をリスクの定義としている場合もあります。また、リスクには、専門用語(指標)として明確に定義されたリスクと、一般に広く用いられる言葉としての『リスク』の意味(包括的に危険という意味)があります。「発症リスク」とはどのような指標であるのかを記事中で解説することにより、内容をより正確に示すことができます。なお、本稿では一般に用いられる言葉としてのリスクを指す場合には『リスク』と表記します(しています)。

#### 推定値の不確実性に関わる記述の必要性

この架空の記事の見出しとしては、「超低周波の磁場により小児白血病の発症リスクが倍増」とあり、その架空の記事には、

「超低周波の磁場が0.4 μT (マイクロテスラ) 超の居住環境においては0.1 μT 以下の居住環境と比較した場合に、小児白血病の発症リスクが2倍以上になる。」

とあったとします。これは、発生リスクが2倍以上と推計されたということを意味していますが、推定値の精度(点推定値の不確実性)については触れていません。この研究の結果をもう少し丁寧に示しますと、

「高圧送電線や家庭用電化製品などの電力に伴う50 Hz～60 Hzの超低周波の磁場が $0.4 \mu\text{T}$ 超の居住環境においては、 $0.1 \mu\text{T}$ 以下の居住環境と比較したときに、小児の急性リンパ性白血病と急性骨髄性白血病を白血病とした場合の白血病発症の相対リスク（オッズ比）は2.56であり、その95%信頼区間は0.76～8.58である。」

ということになります（表1上）。記事としては冗長になりますし、オッズ比や95%信頼区間の意味を解説することも必要となります。いかに文字数を絞り、正確に真実を伝える表現を用いることができるか、ということは記者の腕の見せ所となります。

### 『リスク』の受け入れの判断に影響する指標

次に、『リスク』の許容に関わる判断に影響する2つの指標について検討してみます。その検討にあたり、白血病を急性リンパ性白血病に限定した場合には、 $0.1 \mu\text{T}$ 以下の曝露に比較したときの $0.4 \mu\text{T}$ 超の曝露によるオッズ比は4.67倍（95%信頼区間：1.15～19.0）であったことから（表1下）、本稿では、その疫学調査で得られた急性リンパ性白血病のオッズ比を全ての白血病のオッズ比と読み替えました（少し乱暴な仮定ですが）。

もし、真実として小児白血病の相対リスク（RR）が4倍程度であったとしたら（閾値を $0.4 \mu\text{T}$ として、 $0.4 \mu\text{T}$ 超と $0.4 \mu\text{T}$ 以下の2群で比較した場合）、高磁場曝露の状況下で小児白血病に罹った患者のうち、真に高磁場曝露が影響して小児白血病に罹った患者は75%（ $=[\text{RR}-1]/\text{RR}$ ）となります。このような寄与危険割合を用いた結果の解釈を加えることは情報の受信者の『リスク』への理解を高めるものと考えられます。この寄与危険割合が『リスク』の許容に関わる判断に影響すると考えられる1つ目の指標です。

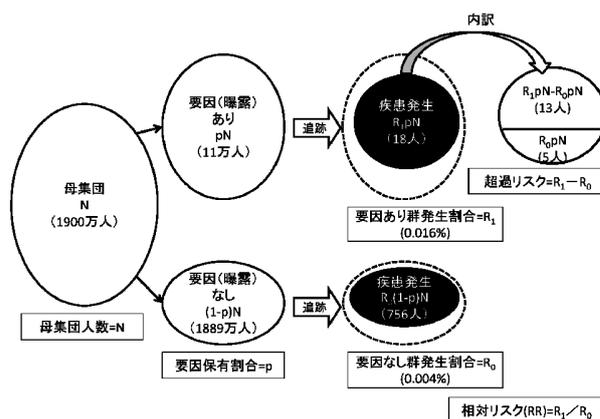
2つ目の指標は、実際に真に高磁場が影響して小児白血病に罹った患者数を示すものです。これは、疫学研究のデータの他、日本の小児白血病の発生割合は10万人あたり年間3～5人という情報（実はデータの出所については不確実です）と合わせると次のように考察することが可能です。

まず、小児白血病の発生割合が極めて低いので、一般集団における $0.4 \mu\text{T}$ を超えるような高磁場に曝露されている者の割合を疫学調査データの対照群（白血病ではない小児）での高磁場の曝露割合と仮定します。これによると高磁場の曝露割合は0.6%（495人のうち3人）程度と推計されます。日本の15歳以下の人口をおよそ1900万人としてこの曝露割合

を乗じると、 $0.4 \mu\text{T}$ 超の曝露を受けている小児は11万人程度と推計されます。

次に、 $0.4 \mu\text{T}$ 以下の磁場に曝露されている集団での小児白血病の発生割合と、 $0.4 \mu\text{T}$ 超の磁場に曝露されている集団での小児白血病の発生割合を求めます。 $0.4 \mu\text{T}$ 以下の磁場に曝露されている集団は全体の99.4%を占めていることから、この集団での小児白血病の発生割合は、一般に示されている発生割合、即ち、10万人あたり年間3～5人と仮定します。ここでは、簡略化のため0.004%とします。そして、相対リスクを4倍と仮定した場合には、 $0.4 \mu\text{T}$ を超える磁場に曝露している集団での小児白血病の発生割合は、0.016%となります。これらの値から $0.4 \mu\text{T}$ を越える磁場に曝露することによる白血病の超過リスクの絶対値（リスク差）は0.012%と推計されます。この状況を図示すると図1のようになります。疫学研究（表1下）の結果においては、 $0.4 \mu\text{T}$ 以下の磁場曝露では超過リスクは観測されず、超過リスクが生じるのは $0.4 \mu\text{T}$ 超の集団であることを示しています。前述において $0.4 \mu\text{T}$ 超の磁場に曝露されている集団を11万人と推計しました。それゆえ、この集団（日本の15歳以下全人口）における $0.4 \mu\text{T}$ 超の磁場曝露集団における白血病発生数は年間18人（ $=11\text{万人} \times 0.016\%$ ）と推計され、 $0.4 \mu\text{T}$ 超の磁場曝露による超過リスクから推計される白血病罹患の実数は年間13人（ $=11\text{万人} \times 0.012\%$ ）と推計されます。一方、小児白血病患者は日本では年間774人（ $=18\text{人} + 1889\text{万人} \times 0.004\%$ ）の発生と推計されます（概ね10万人あたり4人）。この774人の罹患者うち13人（1.7%）は $0.4 \mu\text{T}$ 超の高磁場曝露が原因となって白血病を罹患したということになります。つまり、日本国内から $0.4 \mu\text{T}$ 超の磁場に曝露されるような状況無く

図1 小児白血病について、15歳未満の小児（1900万人）を対象とした場合のコホート研究のシミュレーション例と集団寄与危険割合



すような対策をとることにより、年間1.7%の小児白血病患者を減少させることが可能であるということを示しています。この割合を集団寄与危険割合といいます。

高磁場に曝露して小児白血病に罹患した者のうち、高磁場が真に影響して罹患した患者の割合、即ち、寄与危険割合は、相対リスクが4倍であれば75%となり、高磁場に曝露している中で小児白血病に罹患した場合には、その原因は高磁場曝露である可能性が高いと判断されるものと思われます。一方で、1年間に小児白血病に罹患した患者集団の中で、真に高磁場が影響して小児白血病に罹患した患者の割合、即ち、集団寄与危険割合は1.7%であり、実数としては年間約13人と推測されます。この値を小さいと判断するか大きいと判断するかは個人の価値観により異なるものと思われます。

但し、この推計で用いた高磁場の小児白血病への影響として相対リスクが4倍という数値には不確実性が含まれます。それは、相対リスクの95%信頼区間が1.15~19.0倍であったということに表れています。例えば、相対リスクを2倍とした場合には超過リスクは0.004%と推計され、真に高磁場が影響して白血病に罹患する小児は年間約4人と推計されます。また、相対リスクを20倍とした場合には超過リスクは0.076%と推計され、真に高磁場が影響して白血病に罹患する小児は年間約84人と推計されます。上述のような推計により小児白血病の発生のイメージは掴みやすくなりますが、一方で信頼区間の幅が広い場合には推計の前提や不確実性についての十分な理解が必要となるでしょう。

#### まとめ

疫学情報には様々なコミュニケーション（一方向的な情報の伝達を含む）のルートが考えられます。社会的になんらかの健康問題が発生した場合、或いは、健康問題の発生が懸念される場合には、その予防対策のための情報を一般市民に告知することが必要です。その情報が一般市民にコミュニケーションされるルートは（行政、疫学者、或いは、医療関係者を介する場合もありますが）、マス・メディアが介さ

れる場合が多いものと思われます。このとき、コミュニケーションしなければならぬ主な情報は、健康問題の発生状況に関する情報と原因と目される事象等の特定に関する情報です。しかし、全容が解明できていない段階においては、不確実な、或いは、科学的妥当性が不十分な情報の氾濫による無用の混乱を避けるために、コミュニケーションする目的と情報の内容を十分に考慮した上でコミュニケーションがなされる必要があります。

疫学研究により因果関係を推論するためには、ほとんどの場合、複数の研究を積み重ね、再現性を評価する必要があります。また、因果関係の判断には、研究方法や結果の解釈において科学的妥当性があったとしても、「選択的確率」と「偶然」という確率的要素を伴います。このような確率的要素がある中で『リスク』の判断には、その情報に関わる科学的な事柄についての専門的な知識が必要です。非専門家であっても、情報の仲介役として伝達する側となる場合には、少なくとも情報の不確実性を理解しておくことが必要です。

本稿執筆にあたり国際医療福祉大学医療福祉学部長丸木一成教授に貴重なご助言を賜りました。ここに御礼申し上げます。

#### 文 献

- 1) Kabuto M, Nitta H, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, Honda Y, Hagiwara J, Isaka K, Saito T, Ojima T, Nakamura Y, Mizoue T, Ito T, Eboshida A, Yamazaki S, Sokejima S, Kurokawa Y, Kubo O. A case-control study on childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan. *International Journal of Cancer* 2006; 117: 643-50.
- 2) Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, Linet M, McBride M, Michaelis J, Olsen JH, Tynes T, Verkasalo PK. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia. *British Journal of Cancer*. 2000; 83: 692-8.
- 3) Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. *Epidemiology*. 2000; 11: 624-34.